

## ZANIECZYSZCZENIE GLEB I ROŚLIN UPRAWNYCH Pb, Cu i Zn W REJONIE HUTY MIEDZI

*Eligiusz Roszyk*

Instytut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii Akademii Rolniczej  
we Wrocławiu

Głównym źródłem skażeń atmosfery w Polsce, a co się z tym wiąże roślin i gleb, są zakłady przemysłowe, których udział w ogólnym zanieczyszczeniu środowiska szacowany jest na około 60% [1]. Skład chemiczny emitowanych pyłów, mgieł i gazów uzależniony jest przede wszystkim od charakteru produkcji danego zakładu.

Przemysł hutniczy, a szczególnie hutnictwo metali nieżelaznych, posiada poważny udział w zanieczyszczeniu środowiska metalami ciężkimi, wśród nich ołowiem, cynkiem i miedzią [7, 10, 15]. Niekiedy jednak, w określonych warunkach, metale te mogą być emitowane przez huty żelaza i stali [7], czego dowodzą wyniki badań gleb przeprowadzonych przez Skawinę i Wącholewskiego [14] na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Jak jednak wykazały późniejsze badania, w daleko większym stopniu proces nagromadzania w glebach i roślinach ołowiu i cynku przebiega przy hutach cynku [5, 8, 15], natomiast ołowiu, miedzi oraz częściowo cynku przy hutach miedzi [2, 9, 11]. Mimo zainstalowania na przestrzeni ostatnich 5 lat w szeregu starych zakładów i konsekwentnego wyposażania nowych w urządzenia zabezpieczające przed nadmierną emisją, do atmosfery przedostają się częstokroć duże ilości związków szkodliwych lub toksycznych, powodujących nadmierną ich koncentrację w glebach i roślinach uprawnych, często w znacznych odległościach od emitorów. Skutkiem tego mogą przejawiać się ostre lub chroniczne uszkodzenia roślin. Często jednak wysoka zawartość metali w roślinach nie powoduje zmian w ich wyglądzie zewnętrznym, stwarza natomiast zagrożenie dla ich konsumentów. Prócz tego długotrwałe emisje prowadzić mogą do nagromadzenia się, przede wszystkim w warstwie ornej gleb uprawnych, dużej ilości niepożądanych składników, co prowadzi w konsekwencji do zmiany szeregu właściwości fizycznych i chemicznych gleb, a często do ograniczenia lub wręcz unicestwienia życia biologicznego [9].

## CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I CEL BADAŃ

Teren, na którym usytuowany jest badany zakład, należy do typowo rolniczego. W ramach byłego województwa teren ten był największym producentem zbóż i mleka; uzyskiwano tutaj przeciętnie wyższe plony roślin uprawnych. Sprzyjały temu warunki meteorologiczne powodujące, że okres wegetacyjny średnio trwa 224 dni w roku, przy korzystnych opadach, wahających się w granicach 550-650 mm i średniej temperaturze rocznej  $+8,4^{\circ}\text{C}$ .

Tabela 1

Struktura użytków rolnych badanego terenu na tle byłego województwa i kraju  
(w % powierzchni ogólnej)

	Użytki rolne	Grunty orne	Wskaźnik bonita- cyjny	Użytki zielone	Lasy
Badany teren	69,1	54,9	1,83	14,2	18,3
Dawne województwo	44,4	32,4	1,58	12,0	44,5
Kraj	63,6	49,8	—	13,8	26,3

Znajduje to swój wyraz w strukturze użytków rolnych badanego terenu (tab. 1).

Z założeń procesu technologicznego wiadomo, że huta emituje w stosunku rocznym do atmosfery około 150 t miedzi, 400 t ołowiu, 80 t cynku, 25 000 t dwutlenku siarki, a z pozostałych zanieczyszczeń, między innymi, około 200 t węgla w połączeniach organicznych (bituminy). Sądząc z ilości emitowanych substancji należało się spodziewać gromadzenia w glebach i roślinach uprawnych na otaczających terenach miedzi, ołowiu i w mniejszym stopniu cynku.

Celem podjętych badań było:

1. Ustalenie wpływu emitowanych metali na ich zawartość w warstwie ornej gleb uprawnych.
2. Ustalenie stopnia i zasięgu zanieczyszczenia tymi samymi składnikami roślin uprawnych.

## METODYKA BADAŃ

Materiał glebowy i roślinny użyty do analiz pochodził z tych samych, ustalonych miejsc w terenie. Próbkę glebową pobierano jednorazowo, roślinne natomiast 4-5-krotnie w ciągu okresu wegetacyjnego, analizując każdy zbiór oddzielnie.

W pierwszych dwóch latach materiał do analiz pobierano w granicach strefy ochrony sanitarnej zakładu, w dwóch następnych latach również poza jej granicami.

Próbki glebowe, po przywiezieniu do laboratorium, przygotowywano do analiz zgodnie z normami przyjętymi w stacjach chemiczno-rolniczych przy oznaczaniu mikroelementów. Całkowitą zawartość ołowiu, miedzi i cynku oznaczono metodą spektrograficzną na spektrografie o średniej dyspersji Q-24 [12]. Formy rozpuszczalne tych pierwiastków oznaczono w specyficznych ekstraktorach: miedzi w roztworze kwasu azotowego (wg Westerhoffa), cynku w roztworze kwasu solnego (wg Rinkisa), ołowiu w 1n kwasie azotowym, na drodze bezpośredniej w uzyskanych wyciągach, metodą atomowo-absorpcyjnej spektrofotometrii [3].

Próbki roślinne, po wysuszeniu i rozdrobnieniu w młynku typ 110-H f-my Fuchsmühle mineralizowano na sucho [13] i w wyciągach popielnych oznaczono zawartość ołowiu, miedzi i cynku metodą AAS.

#### WYNIKI BADAŃ GLEB

W pierwszym roku badań próbki glebowe do analiz pobierano z całej miąższości warstwy ornej. Okazało się jednak, że niezależnie od odległości emitora zawartość całkowita badanych metali nie była w zasadniczy sposób zróżnicowana. Dlatego też wyniki z 1972 r. mogą być traktowane jako tło w procesie imisji w glebach. Proces akumulacji w glebach przebiega powoli i w pierwszym okresie jest często trudny analitycznie do ustalenia z uwagi na zmienność glebową. Dlatego też w dwóch następnych latach analizowano wyłącznie warstwę powierzchniową gleb od 0 do 3 cm, po dłuższym ich spoczynku, przed zastosowaniem zabiegów uprawowych. W ostatnim roku do analiz pobrano próbki z warstwy od 0 do 20 cm.

Całkowita zawartość ołowiu w glebach w pierwszym roku badań była średnio zbliżona, niezależnie od odległości emitora. Oznaczone zawartości tego pierwiastka na powierzchni gleb w latach 1973 i 1974 były najwyższe w pobliżu emitora. W kolejnym roku badań stwierdzono nagromadzenie ołowiu w całej warstwie ornej, do odległości 4 km od huty. Zawartość form rozpuszczalnych tego pierwiastka układa się w poszczególnych klasach odległości od emitora podobnie do zawartości całkowitej, była najwyższa w pobliżu huty, malejąc z odległością. (tab. 2).

Średnie zawartości miedzi całkowitej w klasach odległości od huty w pierwszym roku badań były zbliżone do siebie. W latach następnych stwierdzono wyraźne tendencje do kumulacji tego składnika na terenach użytkowanych rolniczo w odległości do 4 km od huty — początkowo na powierzchni gleb, a w 1975 r. w całej warstwie ornej.

Tabela 2

Wpływ odległości emitora na zawartość ołowiu całkowitego i rozpuszczalnego w glebach  
(wartości średnie w ppm)

Odległość w km	Zawartość całkowita				Formy rozpuszczalne			
	1972*	1973**	1974**	1975*	1972*	1973**	1974**	1975*
do 4	26	47	162	101	n.o.	34,5	50,3	40,2
4-6	28	30	156	69	n.o.	20,2	33,0	22,6
6-8	26	32	102	76	n.o.	16,4	24,6	22,7
8-10	n.o.	n.o.	89	48	n.o.	n.o.	25,1	20,5
od 10	n.o.	n.o.	59	69	n.o.	n.o.	25,2	25,7
Liczba próbek	93	73	61	28				

\* Warstwa 0-20 cm.

\*\* Warstwa 0-3 cm.

Tabela 3

Wpływ odległości emitora na zawartość miedzi całkowitej i rozpuszczalnej w glebach  
(wartości średnie w ppm)

Odległość w km	Zawartość całkowita				Formy rozpuszczalne			
	1972*	1973**	1974**	1975*	1972*	1973**	1974**	1975*
do 4	70	127	105	132	n.o.	27,5	68,4	37,1
4-6	74	67	97	92	n.o.	9,6	24,5	13,4
6-8	67	62	76	77	n.o.	6,0	11,7	15,0
8-10	n.o.	n.o.	78	54	n.o.	n.o.	10,8	8,6
od 10	n.o.	n.o.	80	53	n.o.	n.o.	7,2	9,1

\* Warstwa 0-20 cm.

\*\* Warstwa 0-3 cm.

Wraz ze wzrostem całkowitej zawartości wzrastała również średnio zawartość form rozpuszczalnych tego pierwiastka. Najwięcej miedzi rozpuszczalnej stwierdzono średnio w pobliżu huty. Wraz z odległością zawartości średnie w latach 1973 i 1974 systematycznie malały (tab. 3). Ogólnie stwierdzono, że zawartość tej formy nawet przy większych odległościach, w porównaniu z zawartością w glebach mineralnych z innych rejonów kraju, jest wysoka.

W pierwszym roku badań nie oznaczano w próbkach glebowych zawartości cynku. Zamieszczone w tabeli 4 średnie zawartości cynku całkowitego wskazują na pewne tendencje zapoczątkowania kumulacji tego składnika. Średnio nieco więcej stwierdzono go w glebach bliżej huty, nieco mniejsze ilości występowały na dalszych odległościach. Średnie zawartości form rozpuszczalnych natomiast układały się niezależnie od klasy odległości.

Tabela 4

Wpływ odległości emitora na zawartość cynku całkowitego i rozpuszczalnego w glebach  
(wartości średnie w ppm)

Odległość w km	Zawartość całkowita			Formy rozpuszczalne		
	1973**	1974**	1975*	1973**	1974**	1975*
do 4	161	166	216	12,6	12,1	14,6
4-6	150	178	206	12,8	11,5	9,6
6-8	120	138	136	10,4	9,8	10,1
8-10	n.o.	132	160	n.o.	11,4	8,1
od 10	n.o.	105	159	n.o.	9,9	11,4

\* Warstwa 0-20 cm.

\*\* Warstwa 0-3 cm.

#### WYNIKI BADAŃ ROŚLIN

Przedstawione w tabeli 5 wartości średnie oznaczeń ołowiu w częściach nadziemnych roślin wskazują na kumulację tego składnika pod wpływem emisji huty. W każdym roku prowadzenia badań stwierdzano największe nagromadzenie ołowiu w pobliżu huty, malejące średnio z odległością. Szczególnie wysokie zawartości występowały w roku 1974, nieco mniejsze w 1975 roku. Uwagę zwraca stosunkowo duża zawartość ołowiu w dwóch ostatnich latach badań nawet przy większych odległościach od emitora.

Średnie zawartości miedzi uzależnione były również od klasy odległości — więcej tego składnika występowało w roślinach zebranych bliżej emitora, malejąc wraz z odległością. Podobnie jak w przypadku ołowiu, najwięcej miedzi zawierały rośliny zebrane w 1974 r., nieco mniejsze w 1973 roku.

Zawartość cynku jedynie w roślinach zebranych w sąsiedztwie emitora była nieco wyższa. W miarę oddalania się od huty wartości średnie w poszczególnych klasach odległości układały się niezależnie.

W latach 1973-1975 z określonego, tego samego obszaru, położonego w granicach strefy ochrony sanitarnej huty, pobierano w okresie żniw w każdym roku po 30 próbek ziarna zbóż, poddając je analizie chemicznej na zawartość badanych metali. Wartości średnie uzyskane w poszczególnych latach, przedstawione w tabeli 6 dowodzą, że jedynie w 1974 r. wystąpiło pewne nadmierne nagromadzenie ołowiu w ziarnie — wyższe w pobliżu emitora, mniejsze przy większych odległościach. Podobnie układały się zawartości miedzi w 1974 roku.

Cynk średnio w nieco większych ilościach występował w ziarnie sprzątniętym do odległości 2 km od emitora. W pozostałych klasach śred-

Tabela 5

Wpływ odległości emitora na zawartość ołowiu, miedzi i cynku w częściach nadziemnych roślin (ppm w p.s.m.)

Odległość w km	Ołów					Miedź					Cynk					
	1972	1973	1974	1975	1972	1973	1974	1975	1972	1973	1974	1975	1972	1973	1974	1975
do 2	15,9	18,6	93,1	69,4	23,5	248,0	291,5	151,0	n.o.	60,9	90,6	58,6	n.o.	60,9	90,6	58,6
2-4	10,4	12,4	68,9	21,8	26,0	61,7	157,4	53,3	n.o.	47,4	83,9	53,0	n.o.	47,4	83,9	53,0
4-6	6,1	9,3	33,2	18,3	21,2	31,5	64,0	39,0	n.o.	49,7	53,3	48,7	n.o.	49,7	53,3	48,7
6-8	n.o.	9,1	24,4	14,7	n.o.	22,1	43,9	32,4	n.o.	39,1	47,9	44,3	n.o.	39,1	47,9	44,3
8-10	n.o.	n.o.	32,9	13,5	n.o.	n.o.	49,3	25,0	n.o.	n.o.	56,6	54,1	n.o.	n.o.	56,6	54,1
od 10	n.o.	n.o.	21,4	13,2	n.o.	n.o.	44,9	23,9	n.o.	n.o.	49,0	45,8	n.o.	n.o.	49,0	45,8
Liczba próbek	95	195	158	117												

Tabela 6

Średnie zawartości Pb, Cu i Zn w ziarnie zbóż zebranych w różnych odległościach od huty w ppm p.s.m.

Odległość w km	Ołów					Miedź					Cynk				
	1973	1974	1975	1973	1975	1974	1975	1973	1975	1974	1975	1973	1975	1974	1975
do 2	1,6	11,2	1,9	8,2	5,7	33,5	5,7	35,9	50,4	42,1	42,1	35,9	50,4	50,4	42,1
2-3	1,9	6,4	1,9	7,8	4,3	16,1	4,3	33,6	40,5	27,5	27,5	33,6	40,5	40,5	27,5
3-4	1,7	3,7	1,7	5,7	3,4	13,5	3,4	24,4	40,6	19,4	19,4	24,4	40,6	40,6	19,4
4-5	1,7	4,2	1,5	5,7	3,8	9,6	3,8	31,1	36,7	17,2	17,2	31,1	36,7	36,7	17,2
5-6	1,7	3,2	1,6	4,4	3,1	7,6	3,1	26,0	33,3	19,7	19,7	26,0	33,3	33,3	19,7

nie zawartości tego pierwiastka były nieco niższe i układały się niezależnie od odległości.

W roku 1975 z tych samych miejsc, z których zbierano ziarno, pobrano również próbki glebowe do analiz. Z zestawienia średnich rezultatów analitycznych, zamieszczonych w tabeli 7 wynika, że zawartość całkowita i form rozpuszczalnych ołowiu i miedzi malała wraz z odległością.

Tabela 7

Zawartość ołowiu, miedzi i cynku w glebach w ppm

Odległość w km	Zawartość całkowita			Formy rozpuszczalne		
	Pb	Cu	Zn	Pb	Cu	Zn
do 2	165	300	108	66	65	12
2-3	102	239	196	42	65	11
3-4	79	162	231	30	35	11
4-5	64	108	161	25	21	9
5-6	49	96	140	21	13	8

Tak więc, wyższa zawartość tych metali w ziarnie sprzątniętym w roku 1974 w porównaniu z 1975 r. nie jest bezpośrednio zależna od ich nagromadzenia w podłożu. Rok 1974 charakteryzował się dużym zapyleniem terenu, z którego zbierano ziarno zbóż. Jest więc prawdopodobne, że wysoka zawartość ołowiu i miedzi w ziarnie zebranym w 1974 r. była spowodowana niedostatecznym oczyszczeniem (odwianiem) ziarna z pyłów. Nie można jednak wykluczyć pobrania tych metali przez części nadziemne roślin.

W powietrznie suchej masie bulw ziemniaków zbieranych w tej samej strefie co rośliny zbożowe, najwyższe zawartości ołowiu i cynku występowały średnio również w 1974 r. (tab. 8). Ilości miedzi natomiast wykazywały tendencje zwykłe w miarę upływu lat.

Tabela 8

Średnie zawartości ołowiu, miedzi i cynku w bulwach ziemniaków zebranych w strefie ochrony sanitarnej huty (wartości średnie w ppm p.s.m.)

Rok	Liczba próbek	Pb	Cu	Zn
1973	10	3,5	6,7	16,1
1974	7	7,1	10,4	26,0
1975	8	2,3	11,3	16,7

## PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych badań wynika jednoznacznie, że pyły emitowane przez hutę wpływają na gromadzenie w glebach uprawnych otaczającego terenu niektórych metali ciężkich, głównie ołowiu i miedzi. Na przykład zawartość całkowita ołowiu w ciągu czterech lat badań wzrosła w warstwie ornej gleb w pobliżu huty czterokrotnie. Proporcjonalnie w mniejszym stopniu wzrosła zawartość form rozpuszczalnych tego pierwiastka. Wydaje się to być w pewnej mierze potwierdzeniem sugestii niektórych autorów obcych [6], dowodzących możliwości przechodzenia ołowiu z połączeń nierozpuszczalnych do roztworu pod wpływem kwasu węglowego. Taki kierunek przemian doprowadzić mógłby do wzrostu zawartości w glebach ołowiu ruchomego, a tym samym do intensywniejszego jego pobierania przez rośliny i przemieszczania w głąb profilu glebowego.

Zawartość miedzi całkowitej i form rozpuszczalnych była najwyższa w pobliżu emitora, malejąc w miarę oddalania. W porównaniu z zawartościami ogólnie występującymi w glebach mineralnych na terenie kraju, ilości oznaczone nawet przy dalszych odległościach tak całkowite, jak i rozpuszczalne, były wysokie. Dalsze gromadzenie się tego składnika (dane autorów obcych) doprowadzić może do wywołania trudno odwracalnych zmian w układzie ekologicznym gleb z uwagi na właściwości toksyczne tego metalu [6].

Ocenę stopnia zanieczyszczenia roślin uprawnych przy zakładach przemysłowych przeprowadzić można pod kątem pogorszenia jakości plonów lub obniżenia ich ilości. Ocenę jakości plonów w warunkach przeprowadzanych badań można by wykonać jedynie w oparciu o dopuszczalne, maksymalne zawartości ołowiu i miedzi. Dla produktów spożywczych polskie normy przewidują zawartości podane w tabeli 9. Brak natomiast ogólnie przyjętych, dopuszczalnych (bezpiecznych) zawartości tych metali w paszach.

Z literatury wiadomo [16], że w krajach EWG przyjęto 10 ppm ołowiu w powietrzu suchej paszy jako bezpieczną. Przedstawione w tabeli 9 dopuszczalne zawartości miedzi i cynku w paszach zostały zacytowane za wymienionymi autorami; przy czym zawartość cynku budzi zastrzeżenia, ponieważ nierzadko w roślinach zebranych na terenach odległych od źródeł zanieczyszczeń spotkać można wyższe zawartości tego pierwiastka [4].

Szybko postępujące uprzemysłowienie kraju i związane z tym niekiedy znaczne emisje, stwarzają pilną potrzebę opracowania również dla pasz norm maksymalnych zawartości niektórych metali, podobnie jak to uczyniono dla środków spożywczych.



Tabela 9  
Dopuszczalne zawartości ołowiu, miedzi i cynku  
w środkach spożywczych i paszach

Środki spożywcze		Pasza	
PN-59-A-04011	2 ppm Pb	norma EWG	10 ppm Pb
PN-59-A-04012	30 ppm Cu	wg Maksimowa	50 ppm Cu
PN-59-A-04013	50 ppm Zn	wg Vettera	50 ppm Zn*

\* Zawartość ta wydaje się za niska.

Co się tyczy wpływu zanieczyszczeń na wysokość plonów, to w nie opublikowanych badaniach własnych stwierdzono, że pyły dymnicowe wprowadzone dogłębowo w mniejszych dawkach powodowały zmniejszenie wzrostu i plonowania roślin w doświadczeniach wazonowych, a w większych dawkach wręcz hamowały wzrost i rozwój roślin.

Tabela 10

Plony niektórych roślin w q na 1 kg użytych nawozów mineralnych NPK w czystym składniku\*  
(kierunek południowy)

Roślina	1971	1972	1973	1974	1975
Wieś sąsiadująca z hutą					
4 zboża	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14
Ziemniaki	0,99	1,17	1,04	0,73	0,65
Buraki cukrowe	2,38	2,46	1,73	1,50	1,40
Siano łąkowe	0,27	0,21	0,20	0,18	0,16
Wieś odległa od huty					
4 zboża	0,18	0,22	0,21	0,20	0,19
Ziemniaki	1,07	1,40	1,37	1,22	0,91
Buraki cukrowe	2,51	2,47	2,33	1,98	1,90
Siano łąkowe	0,28	0,30	0,28	0,30	0,27

\* Według danych urzędu gminy.

Ten niekorzystny wpływ na plonowanie roślin można zaobserwować również w warunkach terenowych, czego dowodem wysokości plonów przeliczone na 1 kg zużytych nawozów mineralnych, zamieszczone w tabeli 10. Dane te pochodzą z dwóch wsi o analogicznych warunkach klimatycznych oraz podobnych warunkach glebowych i agrotechnicznych. Zużycie nawozów mineralnych w czystym składniku na przestrzeni pię-

ciu badanych lat kształtowało się w obu wsiach na tym samym poziomie. Wsie różnią się jedynie odległością od huty — grunty jednej sąsiadują z nią, druga wieś jest oddalona od huty o 5 km — jest więc w mniejszym stopniu narażona na niekorzystny wpływ emisji.

Z porównania przedstawionych wartości wynika, że plony roślin uprawnych przeliczone na 1 kg zastosowanych nawozów mineralnych w NPK, na glebach usytuowanych bliżej huty mają wyraźną tendencję zniżkową. W drugim badanym przypadku obserwuje się stagnację tych wartości dla zbóż i siana łąkowego i spadek wartości — proporcjonalnie mniejszy niż w poprzednim wypadku — dla ziemniaków i buraków cukrowych.

### WNIOSKI

W warunkach przeprowadzonych badań stwierdzono, że pod wpływem substancji emitowanych przez hutę:

a) wzrosła zawartość ołowiu i miedzi w warstwie ornej gleb usytuowanych w sąsiedztwie zakładu,

b) w częściach nadziemnych roślin uprawnych stwierdzano co roku nadmierne ilości ołowiu i miedzi, przy czym rozkład zanieczyszczeń powierzchniowych kształtował się w każdym roku odmiennie,

c) nie stwierdzono nadmiernych, odbiegających od średnio w kraju spotykanych zawartości cynku tak w glebach, jak i w roślinach uprawnych.

### LITERATURA

1. Aeszar M.: Zanieczyszczenie i ochrona środowiska naturalnego w świecie. PISM, Warszawa 1972.
2. Bohosiewicz M.: Ujemne skutki działania niektórych metali na zdrowie zwierząt. Probl. Ochr. Przyn., Wyd. Ośr. Post. Techn. Katowice, 5, 1973.
3. Boratyński K., Kamińska W., Roszyk E., Roszykowska S., Strahl A., Ziętecka M.: Comparison of the AAS method with colorimetric methods of determining some macro- and microelements in plants, part II — copper, manganese, zinc. Polish Journ. of Soil Sci., Vol. VI, nr 2, 101, 1973.
4. Boratyński K., Roszyk E., Ziętecka M.: Przegląd badań przeprowadzonych w Polsce nad mikroelementami, Część II, Roczn. glebozn., t. XXIII, z. 1, 285, 1972.
5. Greszta J., Godzik S.: Wpływ hutnictwa cynku na gleby. Roczn. glebozn., t. XX, z. 1, 195, 1969.
6. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Szkodliwość nadmiernego stężenia metali ciężkich w środowisku biologicznym. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 145, s. 63, 1973.
7. Karweta S.: Wpływ emisji cynku i ołowiu na rośliny i gleby. Maszynopis, 1973.

8. Karweta S.: Występowanie cynku i ołowiu na glebach GOP w wyniku zanieczyszczenia powietrza przez przemysł. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG, komunikaty, 278, 1972.
9. Kowaliński S., Bogda A., Borkowski J., Chodak T., Drozd J., Licznar M., Roszyk E.: Wstępne badania nad wpływem zanieczyszczeń przemysłowych Huty Miedzi „Legnica” na zmiany niektórych właściwości gleb. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG, komunikaty, 296, 1972.
10. Roszyk E.: Podsumowanie polskich badań nad zanieczyszczeniem środowiska ołowiem, cynkiem, miedzią i fluorem. Maszynopis, 1973.
11. Roszyk E.: Wpływ hutnictwa miedzi na niektóre właściwości gleb i skład chemiczny roślin. Część I — pierwszy rok emisji, Część II — drugi rok emisji. Roczn. glebozn. (w druku).
12. Roszyk E.: Zawartość wanadu, chromu, manganu, kobaltu, niklu i miedzi w niektórych glebach Dolnego Śląska, wytworzone z glin pylastych i utworów pyłowych. Roczn. glebozn. t. XIX, z. 2, 223, 1968.
13. Roszyk E., Roszykowa S.: Przydatność mineralizacji materiału roślinnego na drodze mokrej i suchej do oznaczeń zawartości makro- i mikroelementów. Cz. I i II. Polish Journ. of Soil Sci. (w druku).
14. Skawina T., Wąchalewski T.: Pierwiastki śladowe w glebach Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Biul. Zakł. Bad. Nauk. PAN, nr 5, 1965.
15. Turski R., Baran S.: Wpływ hutnictwa cynku na zawartość mikroelementów w glebach i roślinach. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG, komunikaty, 286, 1972.
16. Vetter H., Mählehop R.: Untersuchung über Blei-, Zink- und Fluor Immisionen und dadurch verursachte Schäden an Pflanzen und Tieren, Landw. Forsch., 24, s. 294, 1971.

### Э. Рошык

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ И ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ КУЛЬТУР СВИНЦОМ, МЕДЬЮ И ЦИНКОМ В ОКРЕСТНОСТИ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА

### Резюме

Целью работ проведенных в окрестности медеплавильного завода было установление влияния выбрасываемых заводом загрязнений на содержанием свинца, меди и цинка в пахотном слое обрабатываемых почв, а также определение степени и пределов загрязнения возделываемых культурных растений этими металлами.

Четырехлетние исследования подтвердили накопление в пахотном слое обрабатываемых почв общих и растворимых форм свинца (табл. 2), и меди (табл. 3), а также в некоторой степени общей формы цинка (табл. 4).

Подобным образом было установлено чрезмерное накопление свинца и меди в надземных органах возделываемых растений (табл. 9 и 5). Повышенное содержание свинца и меди в зерне хлебных злаков было установлено только в 1974 г., в период самого большого запыления (табл. 6).

Выбрасываемые указанным заводом загрязнения оказывали отрицательное

ВЛИЯНИЕ на урожай некоторых культур, выраженный в ц на 1 кг использованных минеральных удобрений в действующем веществе NPK (табл. 10).

*E. Roszyk*

CONTAMINATION OF SOIL AND CROPS WITH Pb, Cu AND Zn  
IN THE REGION OF COPPER WORKS

S u m m a r y

Investigations were carried out in the region of copper works to determine the emission effect on the lead, copper and zinc content in the arable layer of cultivated soils as well as the degree and range of crop contamination with the above metals.

Within four years of the investigations the accumulation of total and soluble forms of lead (Tab. 2) and copper (Tab. 3), and to some extent of total zinc (Tab. 4) in the arable layer of soils was observed.

Similarly, in aboveground parts of crops excessive (Tab. 9) accumulation of lead and copper (Tab. 5) has been found. In the grain of cereals an increased lead content was observed only in the period of the highest dustiness, i.e. in 1974 (Tab. 6).

The substances emitted by the industrial enterprise in question exerted a negative effect on the yield of some crops, expressed in q per 1 kg of mineral fertilizers applied in active elements of NPK (Tab. 10).